e chegam à franja com uma diferença de fase de exatamente 1 comprimento de onda. Para não nos esquecermos dessa característica importante da franja vamos chamá-la de franja 1λ. A diferença de fase se deve à diferença das distâncias percorridas pelos dois raios, ou seja, nesse caso $r_2 - r_1 = \lambda$.

A Fig. 35-11*b* mostra a franja 1λ deslocada para o centro da tela depois que a folha de plástico é colocada em uma das fendas (ainda não sabemos se a folha deve ser colocada na fenda de cima ou na fenda de baixo). A figura mostra também as novas direções dos raios r_1 e r_2. A diferença de fase entre os dois raios ainda deve ser igual a λ (já que ainda produzem a franja 1λ), mas agora a diferença de comprimento dos dois percursos é zero, como se pode ver pela geometria da Fig. 35-11*b*. Assim, a diferença de fase é causada unicamente pela presença da folha de plástico.

Comprimento de onda no plástico: O comprimento de onda da luz λ_n em um material de índice de refração n é dado pela Eq. 35-8 ($\lambda_n = \lambda/n$). Isso significa que o comprimento de onda da luz é menor no plástico ($n = 1,40$) do que no ar ($n = 1,00$). Assim, a luz que passa pelo plástico apresenta mais oscilações que a luz que passa pelo ar, e o comprimento de onda a mais para o raio 2 pode ser obtido colocando o plástico na fenda de cima, como na Fig. 35-11*b*.

Espessura: Para calcular a espessura L da folha de plástico usamos o método do Exemplo 35-1a. Nos dois casos ondas que estão inicialmente em fase percorrem distâncias iguais, L, em diferentes materiais (plástico e ar). Agora, porém, conhecemos a diferença de fase e estamos interessados em determinar o valor de L. De acordo com a Eq. 35-11,

$$N_2 - N_1 = \frac{L}{\lambda}(n_2 - n_1). \quad (35\text{-}19)$$

Como a diferença de fase deve ser de um comprimento de onda, sabemos que $N_2 - N_1 = 1$. Sabemos também que $n_2 = 1,50$, $n_1 = 1,00$ e $\lambda = 600 \times 10^{-9}$ m. Explicitando L na Eq. 35-19 e substituindo os valores conhecidos, obtemos:

$$L = \frac{\lambda(N_2 - N_1)}{n_2 - n_1} = \frac{(600 \times 10^{-9}\ \text{m})(1)}{1,50 - 1,00}$$
$$= 1,2 \times 10^{-6}\ \text{m}. \quad \text{(Resposta)}$$

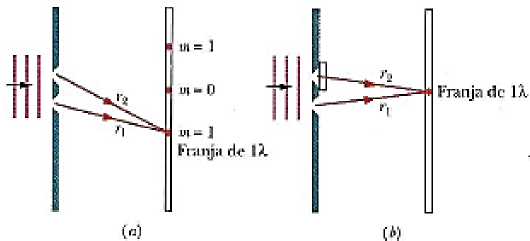


FIG. 35-11 (*a*) Arranjo para um experimento de dupla fenda (o desenho não está em escala). As posições de três franjas claras estão indicadas. (*b*) Uma folha de plástico é colocada na fenda de cima. O objetivo é fazer com que a franja 1λ seja deslocada para o centro da tela.

A diferença de fase entre duas ondas luminosas pode mudar se as ondas atravessarem materiais com diferentes índices de refração.

Como vamos ver em seguida, essa mudança da diferença de fase determina de que forma as ondas luminosas interferem ao atingirem um ponto comum.

Para calcular a diferença de fase em termos de comprimentos de onda, primeiro contamos o número de comprimentos de onda N_1 no comprimento L do meio 1. De acordo com a Eq. 35-8, o comprimento de onda no meio 1 é $\lambda_{n1} = \lambda/n_1$. Assim,

$$N_1 = \frac{L}{\lambda_{n1}} = \frac{Ln_1}{\lambda}. \quad (35\text{-}9)$$

Da mesma forma, contamos o número de comprimentos de onda N_2 no comprimento L do meio 2, onde o comprimento de onda é $\lambda_{n2} = \lambda/n_2$:

$$N_2 = \frac{L}{\lambda_{n2}} = \frac{Ln_2}{\lambda}. \quad (35\text{-}10)$$

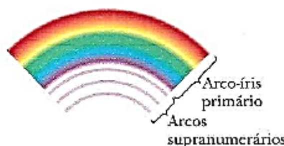


FIG. 35-5 O arco-íris primário e os arcos supranumerários são causados por uma interferência construtiva.

Para calcular a diferença de fase entre as duas ondas basta determinar o módulo da diferença entre N_1 e N_2. Supondo $n_2 > n_1$, temos:

$$N_2 - N_1 = \frac{Ln_2}{\lambda} - \frac{Ln_1}{\lambda} = \frac{L}{\lambda}(n_2 - n_1). \quad (35\text{-}11)$$

Suponhamos que a Eq. 35-11 revele que a diferença de fase entre as duas ondas é de 45,6 comprimentos de onda. Isso equivale a tomar as ondas inicialmente em fase e deslocar uma delas de 45,6 comprimentos de onda. Entretanto, um deslocamento de um número inteiro de comprimentos de onda (como 45, por exemplo) deixa as ondas novamente em fase. Assim, a única coisa que importa é a fração decimal (0,6, no caso). Uma diferença de fase de 45,6 comprimentos de onda é equivalente a uma *diferença de fase efetiva* de 0,6 comprimento de onda.